

Method of making ferrule connectors for optical fibers

Patent Number: ☐ EP0978488
 Publication date: 2000-02-09
 Inventor(s): AHRENS ROBERT GEORGE (US); PRESBY HERMAN MELVIN (US)
 Applicant(s): LUCENT TECHNOLOGIES INC (US)
 Requested Patent: ☐ JP2000056172
 Application Number: EP19990305937 19990726
 Priority Number(s): US19980128497 19980803
 IPC Classification: C03B23/04; C03B23/047; G02B6/38
 EC Classification: C03B23/04, C03B23/047C, G02B6/38D6
 Equivalents: JP3356724B2, KR2000017009, TW412647, ☐ US6128927
 Cited Documents: EP0302751; GB640878; US5187761; JP3174335

Abstract

A method for controlling a bore diameter (120) of an optical fiber ferrule (110) is disclosed. The diameter of the bore is controlled by collapsing the ferrule around a rod (100) inserted in an over-sized bore formed therein. The diameter of the rod is selected to match the diameter of the optical fiber to be supported by the ferrule. Thus, after the rod is subsequently removed from the ferrule, the ferrule has a bore diameter which is defined by the diameter of the rod. Suitable materials for the ferrule and the rod include glass and metal, respectively. The ferrule (110) is heated using conventional methods such as a laser (190). Using focusing optics (195), laser (190) focuses a laser beam (200) at a point in the ferrule that is less than about 200 μ m away from the over-sized bore (130). Focusing the laser beam (200) at a point in the ferrule (110) that is less than about 200 μ m away from the over-sized bore (not shown), heats the ferrule (110) so it collapses around the rod (100) without affecting the outer diameter of the ferrule. ☐ ☐

Data supplied from the esp@cenet database - l2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-56172

(P2000-56172A)

(43) 公開日 平成12年2月25日 (2000.2.25)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 2 B 6/36

識別記号

F I

G 0 2 B 6/36

テーマコード(参考)

審査請求 未請求 請求項の数19 OL (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-219397

(22) 出願日 平成11年8月3日 (1999.8.3)

(31) 優先権主張番号 09/128497

(32) 優先日 平成10年8月3日 (1998.8.3)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 596092698

ルーセント テクノロジーズ インコーポ
レーテッド

アメリカ合衆国. 07974-0636 ニュージ
ャーシイ, マレイ ヒル, マウンテン ア
ヴェニュー 600

(72) 発明者 ロバート ジョージ アーレンズ

アメリカ合衆国 07928 ニュージャーク
シイ, カザム, アパートメント エッチ10,
リヴァー ロード 420

(74) 代理人 100064447

弁理士 岡部 正夫 (外11名)

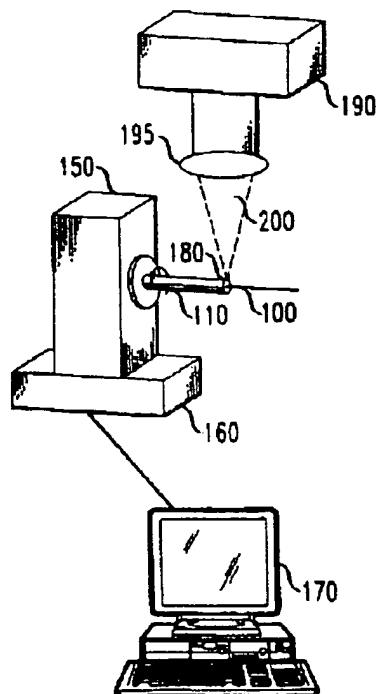
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバのためのフェルルール・コネクタを製作する方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、光ファイバ・フェルールの内腔の直径を制御するための方法に関する。

【解決手段】 内腔の直径は、フェルールの中に形成されているオーバーサイズの内腔の中に挿入されたロッドの回りに、フェルールを崩すことによって制御される。ロッドの直径はフェルールによって支持される光ファイバの直径にマッチするように選択される。したがって、ロッドがフェルールから実質的に取り除かれた後、そのフェルールの内腔の直径はそのロッドの直径によって形成される。フェルールおよびロッドに適している材料としてはそれぞれガラスおよび金属がある。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光ファイバ・フェルールを製造するための方法であって、

内腔が第1の直径で軸方向に延びている光ファイバ・フェルールを提供するステップと、

ロッドを少なくとも部分的に前記内腔の第1の端に挿入し、前記ロッドは前記第1の直径より小さい第2の直径を有し、前記ロッドは前記ロッドの軸が前記内腔の軸に対して整列されるように挿入されるステップと、

前記光ファイバ・フェルールを回転させるステップと、
前記光ファイバ・フェルールを加熱して前記ロッドの回りに前記フェルールを崩すステップと、
前記ロッドを前記光ファイバ・フェルールから取り除くステップとを含む方法。

【請求項2】 請求項1に記載の方法において、前記光ファイバ・フェルールに沿って前記ロッドを回転させるステップをさらに含む方法。

【請求項3】 請求項2に記載の方法において、前記光ファイバ・フェルールおよび前記ロッドの両方が、同じ方向にはほぼ同じ速度で回転するようになっている方法。

【請求項4】 請求項1に記載の方法において、約100回転/分より小さいレートで前記光ファイバ・フェルールが回転するようになっている方法。

【請求項5】 請求項2に記載の方法において、約100回転/分より小さいレートで前記ロッドが回転するようになっている方法。

【請求項6】 請求項1に記載の方法において、前記第2の直径が前記第1の直径より約25%以下だけ小さくなっている方法。

【請求項7】 請求項1に記載の方法において、前記ロッドが前記光ファイバ・フェルールから取り除かれる前に前記ロッドを収縮させるステップをさらに含む方法。

【請求項8】 請求項7に記載の方法において、前記内腔の中になく前記ロッドの一部分を液体窒素の中に浸すことによって前記ロッドが収縮されるようになっている方法。

【請求項9】 請求項1に記載の方法において、前記光ファイバ・フェルールが、前記光ファイバ・フェルールをレーザ・ビームと接触させることによって加熱されるようになっている方法。

【請求項10】 請求項9に記載の方法において、前記レーザ・ビームの直径が約250ミクロン以下だけ小さくなっている方法。

【請求項11】 請求項9に記載の方法において、前記レーザ・ビームが、前記光ファイバ・フェルールと接触する領域を有し、そして前記光ファイバ・フェルールの軸に沿っての前記レーザの位置を変えることによって、前記接触領域が変えられるようになっている方法。

【請求項12】 請求項11に記載の方法において、前記レーザが約10ミリメートル/秒より小さい速度で、

前記光ファイバ・フェルールの軸に沿って位置を変えるようになっている方法。

【請求項13】 請求項9に記載の方法において、前記レーザをパルス・モードで動作させるようになっている方法。

【請求項14】 請求項13に記載の方法において、前記レーザ・ビームの直径が約50ミクロンだけより小さくなっている方法。

【請求項15】 請求項13に記載の方法において、前記レーザが約90Hzより大きい周波数で動作するようになっている方法。

【請求項16】 請求項9に記載の方法において、前記レーザが二酸化炭素(CO₂)レーザである方法。

【請求項17】 請求項1に記載の方法において、前記光ファイバ・フェルールがガラスから作られている方法。

【請求項18】 請求項1に記載の方法において、前記ロッドが金属から作られている方法。

【請求項19】 請求項18に記載の方法において、前記金属が鋼である方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ファイバのフェルール・アセンブリに関し、特に光ファイバを光デバイスと整列させるのに適しているフェルール・アセンブリに関する。

【0002】

【従来の技術、及び、発明が解決しようとする課題】ほとんどの光通信装置はいくつかの点において、レーザ、発光ダイオード(LED)、ホトダイオード、または他の光ファイバなどの光デバイスに対する光ファイバのカップリングを必要とする。多くの光通信装置において、光ファイバの端の部分はフェルールと呼ばれているハウジングの内部に囲まれている。そのフェルールは光ファイバの端の部分に対する支持を提供し、一般的に光ファイバ・コネクタの一部分を形成する以外に、そのような取り囲まれた光ファイバを容易にピックアップおよび/または取り扱えるようにしている。

【0003】光ファイバの端の部分を支持するのに便利なフェルール10の断面図が図1Aに示されている。フェルール10は軸方向に延びている内腔20を有する細長いボディ15を備えている。フェルール10の一端の部分17は傾斜が付けられている。その傾斜面の端はそのフェルールを別の光デバイスのためのコネクタと整列し易くしている。通常、フェルールの傾斜面の長さはそのフェルールの長さの約10分の1より小さい。

【0004】光ファイバ23が、図1Bの断面図に示されているように、フェルール10の傾斜面の端17から突き出るようにその内腔20の中に挿入される。次に、光ファイバ23の突き出ている端が切断され、そしてフ

フェルール10の傾斜面の端17が光デバイスまたは他のコネクタ(図示せず)とのカップリングのために用意されている。フェルール10の傾斜面の端17は、図1Cの断面図に示されているように、フェルール10の傾斜面の端17と面一になる平坦な断面25を提供するために光ファイバ23をグラインドおよび研磨することによって、光デバイスとのカップリングのために調製される。

【0005】フェルール10を通して軸方向に延びている内腔22には、図1Cに30として示されている軸がある。軸30は内腔20の直径および光ファイバのフェルール10の直径の両方に対する中央点を示している。さらに、内腔20は直径がその中に挿入される特定の光ファイバの直径とマッチするように製造されている。内腔17は、光ファイバが内腔の軸と整列し、そして光ファイバのフェルールの軸と整列するように、直径が光ファイバの直径とマッチすること以外に、光ファイバのフェルールの直径の中央点にその軸があることが重要である。光ファイバの軸は図1Cの中の30としても示されている、そのような光ファイバのための直径の中央点を識別する。

【0006】フェルールの軸とその中に挿入される光ファイバの軸との間のミスアラインメントによって、その光ファイバが他の光デバイスとカップルされる時にカップリング損失が生じる可能性がある。たとえば約1 μ m(ミクロン)より大きい光ファイバとフェルールの軸の間のミスアラインメントによって、互いにカップルされている2つの単独モード光ファイバに対して約0.1dB以上のカップリング損失が発生する可能性がある(第2の光ファイバおよびフェルールが共通の軸を有すると仮定して)。カップリング損失が約0.1dBより大きくなることは望ましくない。というのは、そのような損失は光ファイバ間で伝送される光信号の伝送能力を下げるからである。

【0007】光ファイバの端の部分の部分を支持するために使える多くのフェルールはセラミック材料から作られている。セラミックのフェルールは、通常は、モールド・プロセスで作られる。そのモールド・プロセスにおいて、そのフェルールの寸法(外径および内腔の直径)と正確に同じ寸法のモールドがセラミック材料で満たされ、次にそのセラミック材料が硬化される。モールドのプロセスによって直径がその中に挿入される光ファイバの直径と正確にマッチしていること以外に、そのフェルールに関して軸が共通であるセラミック・フェルールの中の内腔が作られるが、そのフェルールを形成するために使われるセラミック材料およびモールドは費用が掛かる。

【0008】製造に関連するコストを減らすための試みとして、ガラス製のフェルールがいくつか作られている。ガラスのフェルールは内部に内腔が形成されるガラスのロッドから作られる。その内腔は、通常は、そのガ

ラス・ロッドの一端に孔をドリルで開けることによって形成される。しかし、ほとんどのドリリング・プロセスは研磨のプロセスであり、その内腔の長さ方向に沿ってクラックおよびチップを形成する。さらに、ドリリングのプロセスは内腔形成時のドリリングの速度における変動および/またはドリルのビットの動揺のために、フェルールの内腔が大きくなりすぎ、そして内腔の軸がフェルールの軸と整列しない傾向がある。したがって、光ファイバで使うためのフェルールを作る方法の探索を続ける必要がある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、光ファイバのフェルールの内腔の直径を制御するための方法に向けられている。内腔の直径は、フェルールをその中に形成されるオーバーサイズの内腔の中に挿入されたロッドの回りに崩すことによって制御される。この開示において使われる「オーバーサイズの内腔」という用語は、その内腔の直径がそのフェルールによって支持される光ファイバの直径より大きいことを意味する。ロッドの直径はそのフェルールによって支持される光ファイバの直径とマッチするように選択される。したがって、そのロッドがフェルールから後で取り除かれた後、そのフェルールの内腔の直径はそのロッドの直径によって形成されたものとなる。

【0010】本発明においては、内腔が軸方向に延びているフェルールが提供される。その内腔はオーバーサイズの直径を有している。そのオーバーサイズの内腔の直径はその中に挿入されるロッドの直径より約25%以上は大きくないことが望ましい。中に挿入されるロッドの直径より約25%以上内腔の直径が大きい場合、フェルールがロッドの回りで崩される時にフェルールの外径が減少する可能性があるので望ましくない。さらに、オーバーサイズの内腔の直径は、中に挿入されるロッドの軸をフェルールの軸と整列させることができるように十分に大きくなければならない。

【0011】ロッドは少なくとも部分的にオーバーサイズの内腔の中に挿入される。そのロッドの直径はそのフェルールによって支持される光ファイバの直径とマッチするように選択される。ロッドの軸はフェルールの軸と整列される。このアラインメントのために、フェルールがそのロッドの回りで崩れる時にそのフェルールの軸と縮小された直径の内腔の軸とが整列される。フェルールの軸と縮小された直径の内腔の軸とが整列していることが望ましい。というのは、そのようなアラインメントによってその中に支持される光ファイバと他の光デバイスとの間のカップリング損失が制限されるからである。

【0012】ロッドは温度膨張係数がフェルールに対する温度膨張係数より大きい材料から作られる。ロッドの熱膨張係数がフェルールに対する熱膨張係数より大きいことは、それによってフェルールが崩された後の内腔の

直径が減少した状態からロッドを取り除くことができるので重要である。ガラスは適切なフェルール材料の一例である。熱膨張係数が多くのガラス・フェルールに対する熱膨張係数より大きい材料は金属を含む。適切な金属の一例はステンレス鋼を含む。

【0013】ロッドが少なくとも部分的に、オーバーサイズの内腔に挿入された後、そのフェルールがその軸の回りに回転する。フェルールは約100回転/分以下の速度で回転する。100回転/分より大きい速度は望ましくない。というのは、フェルールが動揺する可能性があるからである。フェルールの動揺によって、ロッド、オーバーサイズの内腔、およびフェルールがそれぞれの軸方向のアラインメントを失い、そしてその結果として、直径が減少した内腔の軸はフェルールの軸と同じではなくなる。ロッドはフェルールと同じ方向において、そして同じ速度で回転する。

【0014】フェルールおよびロッドが回転する際、ロッドが挿入されているフェルールの端が加熱される。ロッドが挿入されているフェルールの端の加熱によって、フェルールがそのロッドの回りに崩れる。フェルールがロッドの回りに崩れると、そのフェルールの内腔の直径がロッドの直径によって形成される。

【0015】フェルールは、レーザー（たとえば、CO₂ レーザ）などの従来の方法を使って加熱される。レーザーはフェルールを加熱し、フェルールの他の寸法（たとえば、外径）に影響することなしにそれをロッドの回りに崩す。レーザーは約25W以下の出力パワーで動作することが望ましい。さらに、レーザーはビーム幅が約250μm以下のレーザー・ビームを放射することが好ましい。オーバーサイズの内腔から約200μm小さいフェルールの表面上の点においてレーザー・ビームがフォーカスすることが望ましい。フェルールの中のオーバーサイズの内腔から約200μm以下の点においてレーザー・ビームをフォーカスすることによって、フェルールを加熱し、フェルールの外径に影響することなしにロッドの回りにフェルールを崩すようにする。フェルールを加熱するのに適しているレーザーの一例は二酸化炭素（CO₂）レーザーである。

【0016】レーザーはオプションとしてパルス・モードで機能する。パルス・モードにおいては、レーザーは周期的に光のパルスを放射する。その光のパルスがフェルールを加熱し、それをロッドの回りに崩す。パルス・モードのレーザーは同じ出力パワー、ビーム幅、および非パルス・モードのレーザーに対して上で説明された深さのフォーカシングを使って動作されることが好ましい。

【0017】本発明の一つの実施形態においては、フェルールの軸に沿ってのレーザー・ビームの位置が加熱のステップの間に変化する。レーザー・ビームおよび/またはフェルールは約10mm/s（ミリメートル/秒）以下の速度で互いに相対的に位置を変化させる。10mm/s

より大きい速度でフェルールの軸に沿ってレーザー・ビームの位置を変化させると、フェルールが不均一に加熱され、ロッドの回りに部分的にだけ崩される。

【0018】フェルールがロッドの回りに崩された後、ロッドがフェルールから取り除かれる。ロッドはそれを収縮させることによってフェルールから取り除かれる。ロッドはその除去に先立って収縮される。ロッドを収縮させるための適切な手段の一例は冷却である。ロッドの熱膨張係数がフェルールに対する熱膨張係数より大きいので、ロッドは冷却される時にフェルールに対して相対的に収縮する。

【0019】ロッドはそれを液体窒素の中に浸すなどの急速冷却の方法を使って冷却される。この実施形態においては、フェルールの内腔の中にないロッドの部分だけが液体窒素の中に浸される。したがって、フェルールは実質的には収縮しない。

【0020】本発明の他の目的または特徴は、添付の図面と組み合わせて以下の詳細説明を考慮することから明らかになるだろう。しかし、図面は例示としての目的だけのために設計されており、また、本発明を制限するように働くものではなく、本発明は添付されている特許請求の範囲を参照すべきであることを理解されたい。

【0021】

【発明の実施の形態】本発明は、光ファイバのフェルールの内腔の直径を制御するための方法に向けられている。内腔の直径はその中に形成されるオーバーサイズの内腔の中に挿入されたロッドの回りにフェルールを崩すことによって制御される。したがって、ロッドがフェルールから実質的に取り除かれた後、そのフェルールの内腔の直径はそのロッドの直径によって形成される。

【0022】本発明においては、軸方向に延びている内腔120を有する光ファイバ・フェルール110が、図2の断面図に示されているように提供される。内腔120の直径はオーバーサイズになっており、そのことはその直径がフェルール110の中で支持されるべき光ファイバの直径より大きいことを意味する。

【0023】オーバーサイズの内腔120の直径はその中に挿入されるロッドの直径より約25%以上は大きくないことが好ましい。内腔の直径がその中に挿入されるロッドの直径より約25%以上大きいことは望ましくない。というのは、そのフェルールがロッドの回りに崩れる時にフェルール110の外径が減少する可能性があるからである。さらに、オーバーサイズの内腔120の直径はその中に挿入されるロッドの軸がそのフェルールの軸と整列されるようにすることができるのに十分な程度に大きくなければならない。

【0024】ロッド100は図2に示されているように、フェルール110のオーバーサイズの内腔120の中に少なくとも部分的に挿入される。ロッド100の直径は、フェルール110によって支持されるべき光ファ

イバ（図示せず）の直径にマッチするように選択される。

【0025】ロッド100の軸130はフェルール110の軸（これも130として示されている）と整列されている。このアラインメントのために、フェルール130の軸と縮小された直径の内腔の軸とが、フェルール110がロッド100の回りに崩れる時に整列される。フェルールと縮小された直径の内腔に対する軸のアラインメントは望ましい。というのは、そのようなアラインメントによって、中で支持される光ファイバと他の光デバイスとの間のカップリング損失が制限されるからである。

【0026】ロッド100は、熱膨張係数がフェルール110に対する熱膨張係数より大きい材料から作られている。フェルール110の材料とロッド100の材料に対する熱膨張係数のこの違いによって、フェルール110がロッドの回りに崩れた後、フェルール110からロッド100を取り除くことが容易になる。

【0027】ガラスは適切なフェルール材料の一例である。適切なガラスとしてはCorning社から入手できるパイレックス・ガラスなどがある。熱膨張係数が多くのガラス・フェルールに対する熱膨張係数より大きい材料は金属を含む。適切な金属の一例はステンレス鋼を含む。たとえば、フェルールが約 $7.0 \times 10^{-6} (^{\circ}\text{C})^{-1}$ の熱膨張係数のガラスから作られている時、適切なロッドの材料は約 $16 \times 10^{-6} (^{\circ}\text{C})^{-1}$ の熱膨張係数のステンレス鋼である。

【0028】ロッド100は、フェルール110のオーバーサイズの内腔（図示せず）の中に少なくとも部分的に挿入され、それぞれの軸は図3に示されているような装置を使って整列される。図3は、モータ駆動のチャック150の中に取り付けられているフェルール110を示している。ロッド100は固定側のチャック155の中に取り付けられている。

【0029】モータ駆動のチャック150および固定側のチャック155はX-Y-Z変換ステージ160に取り付けられている。コンピュータ170がX-Y-Z変換ステージ160の動きを制御する。コンピュータ170の制御下で、X-Y-Z変換ステージ160はロッド100とフェルール110が互いに相対的に位置決めされ、ロッド100の軸がフェルール110の軸と整列される。

【0030】ロッドがオーバーサイズの内腔（図示せず）の中に少なくとも部分的に挿入された後、そしてそのロッドとフェルールの軸が整列された後、フェルールはその長手方向の軸の回りに回転する。図3に示されているように、フェルール110はロッド100に沿って回転する。モータ駆動のチャック150は約100回転/分以下の速度でフェルール110およびロッド100を回転させることが好ましい。フェルール110を10

0回転/分より大きい速度で回転させるのは、フェルール110が動揺する可能性があるので望ましくない。フェルール110の動揺によってロッド100、オーバーサイズの内腔130、およびフェルール110がそれぞれの軸の整列を失い、結果として、縮小された直径の内腔の軸がフェルールの軸と同じにはならない。

【0031】ロッド100はオプションとしてモータ駆動のチャック（図示せず）の中に取り付けられる。ロッド100がモータ駆動のチャックの中に取り付けられる時、ロッドとフェルールとはほぼ同じ速度で同じ方向に回転する。

【0032】フェルールとロッドが回転する際、図3に180として示されている、ロッド100が挿入されるフェルール110の端が加熱される。ロッド100が挿入されるフェルール110の端180を加熱することによって、フェルールがロッドの回りに崩れる。フェルールがロッドの回りに崩れると、その結果の内腔の直径はロッドの直径と同じになる。

【0033】フェルール110は、レーザ190などの従来の方法を使って加熱される。フォーカシングの光学系195を使って、レーザ190はレーザ・ビーム200を、オーバーサイズの内腔130から約 $200 \mu\text{m}$ 以下のフェルールの中の1点においてフォーカスする。レーザ・ビーム200をオーバーサイズの内腔（図示せず）から約 $200 \mu\text{m}$ 以内だけ離れたフェルール110内の1点においてフォーカスすることによって、フェルール110が加熱され、フェルールの外径に影響せずにロッド100の回りにフェルールが崩れる。

【0034】レーザ190は、約25W以下の出力パワーで動作する。さらに、レーザ190は約 $250 \mu\text{m}$ （マイクロメートル）以下の幅のレーザ・ビーム200を有していることが好ましい。そのような出力パワーおよびビーム幅のレーザによってフェルールが加熱され、フェルールの他の寸法（たとえば、外径）に影響せずに、フェルールがそのロッドの回りに崩れるようにする。フェルールを加熱するのに適しているレーザの一例は二酸化炭素（ CO_2 ）レーザである。

【0035】レーザは、オプションとしてパルス・モードで動作する。パルス・モードにおいては、レーザ190は周期的に光パルスを放射する。その光パルスはフェルールを加熱し、フェルールをロッドの回りに崩す。パルス・モードのレーザは非パルス・モードのレーザに対する上記と同じ出力パワー、ビーム幅、およびフォーカシングの深さを使って動作させることが好ましい。さらに、パルス・モードの光のパルスは少なくとも90Hz（ヘルツ）の周波数で放射される。パルス・モードの光のパルスを約90Hz以下の周波数で放射すると、フェルールが過剰に加熱され、その外径寸法に影響する可能性がある。たとえば、レーザのパルス・レートが約75Hz以下の場合、フェルールが加熱されてその温度が約

750℃に達し、それは多くのガラス・フェルールを溶融させるのに十分であり、それによってそのようなフェルールの外径寸法が変形する。

【0036】本発明の1つの実施形態においては、フェルール110の軸に沿ってのレーザ190のビームの位置が加熱のステップの間に变化する。レーザ190のビームの位置は、フェルール110の軸に沿って約10mm/s（ミリメートル/秒）以下の速度で变化する。レーザ190のビームをフェルール110の軸に沿って10mm/sより大きい速度で位置を変えると、フェルールが不均一に加熱され、フェルールがロッド100の回りに部分的にしか崩れない。

【0037】フェルールがロッドの回りに崩された後、ロッドがフェルールから取り除かれる。ロッドはそれを収縮させることによってフェルールから取り除かれる。ロッドはその除去に先立って収縮される。ロッドを収縮させるのに適した手段の一例は冷却である。ロッドの熱膨張係数はフェルールに対する熱膨張係数より大きいので、ロッドは冷却されるとフェルールに相対的に収縮する。

【0038】ロッドは、それを液体窒素の中に浸すことなどの急速冷却の方法を使って冷却される。この実施形態においては、フェルールの内腔の中にはないロッドの部分だけが液体窒素の中に浸され、したがって、フェルールはロッドが収縮する際に実質的には収縮せず、ロッドがそこから取り除かれるのを防止する。

【0039】以下の例は本発明の特定の実施形態を示すために提供される。

<例1>直径1.25mm（ミリメートル）のフェルールがガラス・フェルールのストックから鋸でカットされた。そのガラス・フェルールは約6.4mmの長さまでカットされた。ガラス・フェルールの内腔は約130μmの直径でその中を軸方向に延びている。ガラス・フェルールのストックはバイレックス・ガラスから作られた。

【0040】カットされたガラス・フェルールの一端が旋盤のヘッドに装着された。旋盤のヘッドはX-Y-Z変換ステージ上に取り付けられた。直径125μmの鋼線がチャックの中に負荷された。チャックはX-Y-Z変換ステージ上に取り付けられた。直径125μmの鋼線はカット・ガラスの直径130μmのフェルールの中に部分的に挿入された。125μmの鋼線の軸がX-Y-Z変換ステージを使って内腔の直径の軸に沿って位置決めされた。旋盤のヘッドが約50rpmの速度でフェルールを回転させた。

【0041】パルス・モードのCO₂レーザがカット・ガラスのフェルールの端を加熱し、それを直径125μmの鋼線の回りに崩した。パルス・モードのCO₂レーザを約20Wの出力パワーで動作させた。そのパルス・

ビームは直径130μmの内腔の上部の約150μmのカット・ガラス・フェルール内の1点においてフォーカスされた。パルス・モードのCO₂レーザは約200Hzの周波数でパルス駆動され、そしてそのビーム幅は200μmであった。

【0042】フェルールが直径125μmの鋼線の回りに崩された後、フェルールの中にはない鋼線の部分を約30秒間、液体窒素の中に浸すことによって、鋼線がそこから取り除かれた。液体窒素によって鋼線が内腔の直径125μmに対して相対的に収縮され、鋼線がそこから引き出された。

【0043】<例2>直径1.25mmのガラス・フェルールがカットされて図1の条件に従って旋盤のヘッドに装着された。125μmの鋼線が図1に示されているように内腔の中に部分的に挿入され、位置決めされた。そのガラス・フェルールを約50rpmの速度で回転させた。

【0044】パルス・モードのCO₂レーザがカット・ガラスのフェルールの端を加熱し、それを直径125μmの鋼線の回りに崩した。パルス・モードのCO₂レーザを約20Wの出力パワーで動作させた。パルス・ビームがカット・ガラス・フェルールの中の直径130μmの内腔の上部の約150μmの1点においてフォーカスされた。パルス・モードのCO₂レーザは約200Hzの周波数でパルス駆動され、そのビーム幅は約50μmであった。フェルールが加熱されるにつれて、フェルールはX-Y-Z変換ステージを使ってパルス・モードのCO₂レーザに対して相対的に軸方向に移動された。X-Y-Z変換ステージがカット・ガラス・フェルールを約1mm/秒の速度でパルス・モードのCO₂レーザに対して相対的に軸方向に移動させた。フェルールが直径125μmの鋼線の回りに崩された後、その鋼線は例1で説明されたように、そこから取り除かれた。

【図面の簡単な説明】

【図1A】光ファイバの一端を支持するために使われる代表的な光ファイバのフェルールの断面図である。

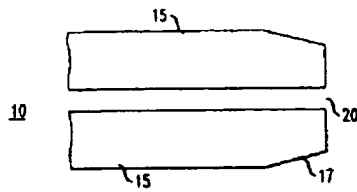
【図1B】図1Aに示されている光ファイバ・フェルールの傾斜面の端から突き出ている光ファイバの断面図である。

【図1C】光ファイバ・フェルールの傾斜面の端と面一になっている図1Bの光ファイバ上の平坦な端の面の断面図である。

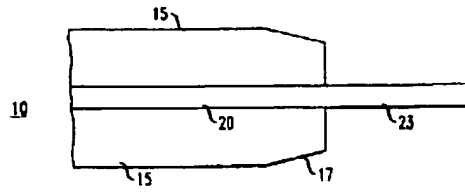
【図2】光ファイバ・フェルールのオーバーサイズの直径の内腔の中に少なくとも部分的に挿入されているロッドの断面図である。

【図3】光ファイバ・フェルールが加熱されながら回転し、ロッドの回りに崩されている本発明の方法を示す図である。

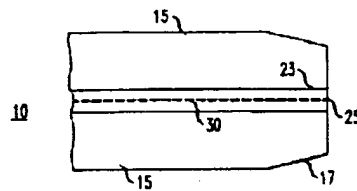
【図1A】



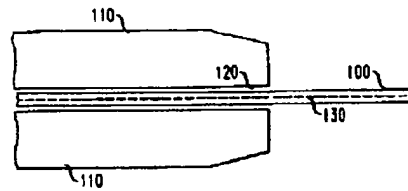
【図1B】



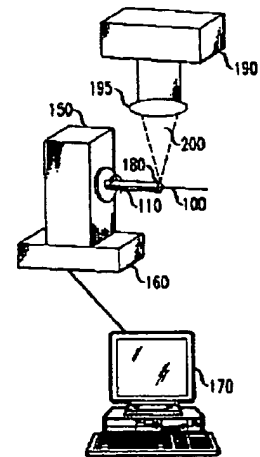
【図1C】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 ハーマン メルヴィン プレスビー
アメリカ合衆国 08904 ニュージャージー
ィ、ハイランド パーク、リンカーン ア
ヴェニュー 467